

特開平5-313080

(43)公開日 平成5年(1993)11月26日

(51)Int.Cl.^s

G02B 26/08

6/28

7/00

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

F 9226-2K

C 7820-2K

E 6920-2K

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-118975

(22)出願日 平成4年(1992)5月12日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 小沢 一雅

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 水野 俊一

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

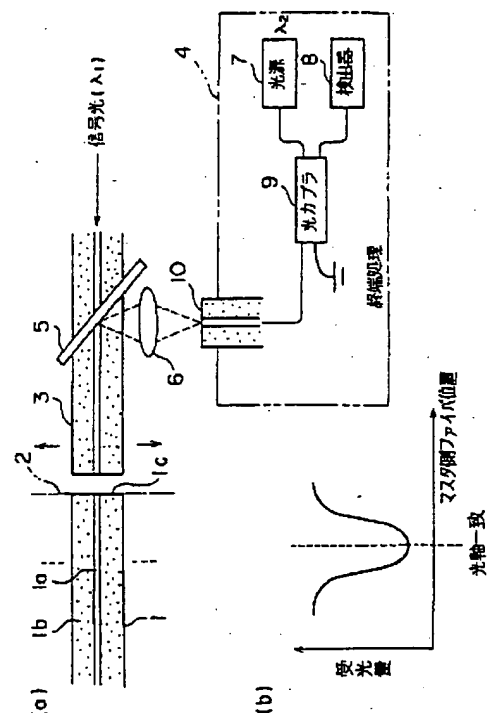
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光スイッチ

(57)【要約】

【目的】 一方の光導波路にのみ位置決め用の測定機器を具備する光スイッチを提供することにある。

【構成】 光スイッチは、波長 λ_1 の信号光は透過し、波長 λ_2 の参照光は反射するビームスプリッタ5をマスタ側ファイバ3の線路中に配設し、このビームスプリッタ5を介してマスタ側ファイバ3と位置決め用の測定装置4とを光結合させて構成する。この測定装置4は、光ファイバ1の結合端面1cに参照光を照射するための光源7と、結合端面1cからの戻り光の光量を検出する検出器8とを備えており、検出器8で検出する戻り光の光量が最小となるように、光ファイバ1に対してマスタ側コネクタを相対的に位置決めすることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の光導波路に対し、光結合すべき第2の光導波路を相対的に変位させ、互いの光軸を一致させる光スイッチであって、

第2の光導波路中に配設し、第2の光導波路内に位置決め用の参照光を入射すると共に、前記参照光の戻り光を第2の光導波路から分岐する分岐結合手段と、

前記分岐結合手段を介して第2の光導波路と光結合し、相対する第1の光導波路のコア位置を検出する測定手段とを備え、

前記測定手段は、前記結合端面に前記参照光を照射するための光源と、前記結合端面からの戻り光の光量を検出する検出手段とを備え、

前記戻り光の光量が最大或いは最小となるように、第1の光導波路に対して第2の光導波路を相対的に位置決めすることを特徴とする光スイッチ。

【請求項2】 前記分岐結合手段は、ビームスプリットであることを特徴とする請求項1記載の光スイッチ。

【請求項3】 前記戻り光は、前記結合端面におけるコアとクラッドとの屈折率差に起因する反射率差によるものであり、前記戻り光の光量が最小となるように、第1の光導波路に対して第2の光導波路を相対的に位置決めすることを特徴とする請求項1記載の光スイッチ。

【請求項4】 第1の光導波路は、コア又はクラッドのいずれか一方に蛍光物質をドーピングしたものであり、前記戻り光は、前記ドーピングした蛍光物質に起因するものであることを特徴とする請求項1記載の光スイッチ。

【請求項5】 第1の光導波路の結合端面には、コアとクラッドのうち、少なくとも一方に反射率の異なる表面処理を施すことを特徴とする請求項1記載の光スイッチ。

【請求項6】 第1の光導波路中に、前記信号光を透過し前記参照光を反射する波長選択手段を配設することを特徴とする請求項1記載の光スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【00001】

【産業上の利用分野】本発明は、光ファイバ及び平面導波路などの光導波路同士を、互いに相対的に変位させて光軸を一致させる光スイッチに関するものである。

【00002】

【従来の技術】このような従来の光スイッチにおいて、相対する光ファイバ同士を光結合させる場合の光軸調心方法として、以下に示す方法が知られている。

【00003】固定ファイバに対して、移動ステージなどに固定した可動ファイバを光結合させる際、固定ファイバ或いは可動ファイバのいずれか一方の端から参照光を入射すると共に、他方の端で参照光の光パワーをモニタしておき、光パワーの強弱を監視しながら、可動ファイバを移動ステージによって微動させることにより行っ

ている。

【00004】具体的には、コンピュータで $x \cdot y \cdot z$ 軸方向のおおよその結合位置データを入力指示し、位置決め用のコントローラを介して移動ステージを駆動して行う。このとき、光パワーが小さければ結合状態が不良であることが確認でき、さらに x 軸、 y 軸方向などへの移動をコンピュータで入力指示する。この操作を光パワーが最大値に達するまで何度か繰り返して調整するものである。

10 【00005】

【発明が解決しようとする課題】このように従来の光スイッチでは、光結合する一方の光ファイバには参照光を照射する光源を接続し、他方の光ファイバには透過した参照光の光パワーを受光する検出器を接続しなければならず、光結合すべき双方の光ファイバに位置決め用の測定機器を設ける必要があった。

【00006】本発明は、上記欠点を解決すべくなされたものであり、一方の光導波路にのみ位置決め用の測定機器を具備する光スイッチを提供することを目的とする。

20 【00007】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる光スイッチは、上記目的に鑑みてなされたものであり、第1の光導波路に対し、光結合すべき第2の光導波路を相対的に変位させ、互いの光軸を一致させる光スイッチであって、第2の光導波路中に配設し、第2の光導波路内に位置決め用の参照光を入射すると共に、参照光の戻り光を第2の光導波路から分岐する分岐結合手段と、分岐結合手段を介して第2の光導波路と光結合し、相対する第1の光導波路のコア位置を検出する測定手段とを備え、測定手段は、結合端面に前記参照光を照射するための光源と、結合端面からの戻り光の光量を検出する検出手段とを備え、戻り光の光量が最大或いは最小となるように、第1の光導波路に対して第2の光導波路を相対的に位置決めすることを特徴とする。

【00008】なお、前記光導波路とは、光ファイバ及び平面導波路を含むものである。

【00009】

【作用】測定手段から出射された参照光は、分岐混合手段を介して第2の光導波路内に入射した後、結合端面に照射される。この結合端面からの戻り光は再び第2の光導波路内に入射しこの中を伝搬して戻る。この戻り光は、分岐混合手段によって第2の光導波路から分岐され、この光量を検出手段で検出する。

【00010】結合端面のコアとクラッドでは、屈折率差や一方に蛍光物質をドーピングするなどにより戻り光の光量が相違するので、第1と第2の光導波路の光軸が一致した状態で、戻り光が最大となる場合には最大値をとるように、また反対に最小となる場合には最小値をとるように、第1と第2の光導波路を相対的に位置決めす

50 る。

【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。

【0012】図1(a)に光スイッチの構成の概略を示す。光スイッチは、多数の光ファイバ1を配列したコネクタユニット2と、コネクタユニット2に相対して配置したマスタ側ファイバ3と、マスタ側ファイバ3に接続した位置決め用の測定装置4とを備えており、コネクタユニット2に配列した光ファイバ1のうち、位置決めすべき光ファイバ1に対してマスタ側ファイバ3を移動し互いに光結合させる装置である。

【0013】マスタ側ファイバ3の光線路中には、ビームスプリッタ5を配設しており、このビームスプリッタ5はマスタ側ファイバ3を伝搬する信号光を透過し、後述する位置決め用の参照光を反射する。

【0014】測定装置4は、この装置の入出力部を構成する光ファイバ10が、ビームスプリッタ5及び集光レンズ6を介してマスタ側ファイバ3と光結合しており、光ファイバ10には、マスタ側ファイバ3を介して光ファイバ1の結合端面1cに位置決め用の参照光を照射するための光源7と、結合端面1cからの参照光の戻り光を受光しその光量を検出する検出器8とを、光カブラ9を介して接続している。

【0015】このように構成する光スイッチの位置決め機構を説明する。

【0016】まず、光源7から参照光を出射し、この参照光は光カブラ9、光ファイバ10及び集光レンズ6を伝搬してビームスプリッタ5に至る。参照光はビームスプリッタ5において反射されマスタ側ファイバ3内に入射される。このビームスプリッタ5では、マスタ側ファイバ3を伝搬する信号光は反射されず透過するので、マスタ側ファイバ3からはこの信号光と参照光とが混合されて出射される。信号光と参照光は、相対する光ファイバ1の結合端面1cに照射され、この結合端面1cからの戻り光は再びマスタ側ファイバ3に入射し、ビームスプリッタ5に至る。ここで参照光のみが反射されマスタ側ファイバ3から分岐され、集光レンズ6、光ファイバ10及び光カブラ9を介して検出器8で受光される。検出器8ではこの光量が検出される。

【0017】ここで、光ファイバ1及びマスタ側ファイバ3のコアと同じ屈折率を持つマッチングオイル中で各ファイバを光結合させた場合、各ファイバのクラッドの屈折率 $n_1 = 1.4500$ 、コアの屈折率 $n_2 = 1.4544$ とすると、コア及びクラッドの反射率は次式で表される。

【0018】コア : 0

クラッド : $\left[(n_1 - n_2) / (n_1 + n_2) \right]^2$
 $= 2.24 \times 10^{-4}$

このように、コアとクラッドでは屈折率の差に基づいて反射率が相違する。

【0019】結合端面1cに照射された参照光は、マ

スタ側ファイバ3と光ファイバ1との光軸が一致していれば、この大部分が光ファイバ1のコア1aを透過するため、結合端面1cでの反射による戻り光の光量は最小となる。また、互いの光軸のずれが大きくなるほど、クラッド1bでの反射が増大し、検出器8で検出される戻り光の光量が増大する(図1(b)参照)。従って、検出器8で検出される光量が最小となるように、光ファイバ1に対してマスタ側ファイバ3を位置決めすれば良い。

【0020】なお、マスタ側ファイバ3にビームスプリッタ5を設けた構成を例示したが、図2に示すように、ビームスプリッタ5の代わりに光カブラ11を介して測定装置4を接続しても良い。

【0021】また、光スイッチの他の実施例を図3に示す。この実施例では、コア1aとクラッド1bのいずれかに蛍光物質としてNdをドープしたドープファイバ13を、光ファイバ1の先端にコネクタ12を介して接続している。また、マスタ側ファイバ3の先端にもコネクタ14を介して、ビームスプリッタ5を設けた検出ファイバ3'を接続している。なお、図1(a)の光スイッチと同一の構成要素には同一の参照番号を付す。

【0022】測定装置4は、波長 λ_1 の励起光を出射する励起光源15、励起光をモニターする検出器16、及び、励起光を受けて蛍光物質が発する蛍光(波長 λ_2)を受光する検出器17を備えている。なお、マスタ側ファイバ3を伝搬する信号光の波長 λ_1 は、波長 λ_2 と相違させることが必要である。

【0023】このように構成する光スイッチの位置決め機構を説明する。励起光源15から出射された励起光は、前述の実施例と同様に、光カブラ9及びビームスプリッタ5などを介して、検出ファイバ3'から結合端面13cに照射される。この結合端面13cからの反射光及び蛍光は、再び検出ファイバ3'に入射し、入射光路を逆進して光カブラ9に達し、光カブラ9では各波長ごとに分岐されてそれぞれ検出器16、17で光量が検出される。

【0024】コア13aにNdがドープされたドープファイバ13を用いた場合には、図4(a)に示すように検出器17で検出される蛍光の光量が最大となるように、また、クラッド13bにNdがドープされたドープファイバ13を用いた場合には、図4(b)に示すように検出器17で検出される蛍光の光量が最小となるように、ドープファイバ13に対して検出ファイバ3'を位置決めすれば良い。

【0025】なお、検出ファイバ3'にビームスプリッタ5を設けた構成を例示したが、図2に示したように、ビームスプリッタ5の代わりに光カブラ11を介して測定装置4を接続しても良い。

【0026】さらに光スイッチの他の実施例を図5(a)に示す。この実施例では、光ファイバ1の結合端面1cにおけるクラッド1bに、コア1aに比べて反射

率の大きな薄膜18を形成している。その他、前述の光スイッチと同一の構成要素には同一の参照番号を付す。なお、検出器8は、光源7をモニターすると共に補正用に用いるものである。

【0027】このようにクラッド1bに反射率の大きな薄膜18を形成した場合には、検出器8で検出される反射光の光量が最小となるように、光ファイバ1に対してマスタ側ファイバ3を位置決めすれば良い。また、薄膜18はコア1aに形成してもよく、この場合には反射光の光量が最大となるように位置決めする。さらにコア1aとクラッド1bの双方に薄膜を形成しても良いが、コア1aとクラッド1bでは反射率が異なるように表面処理を施すことが必要である。この表面処理としては、反射率の相違の他、一定の波長の光のみを反射する波長選択性、或いは蛍光物質による蛍光性などの特性を持たせることが挙げられる。なお、光ファイバ1の結合端面1cに薄膜18を形成する以外にも、図5(b)に示すように、コア1aかクラッド1bのいずれか一方の端面に(図5(b)ではクラッド1b)、蛍光物質19をドーピングすることも可能である。

【0028】また、光スイッチの他の実施例を図6に示す。この実施例では、波長 λ_1 の信号光に対しては高透過率を持ち、光源7から照射された波長 λ_2 の参照光に対しては高反射率を持つダイクロイックミラーなどの波長選択部材20を、光ファイバ1の線路中に配設したものである。なお、前述の光スイッチと同一の構成要素には同一の参照番号を付す。この場合も、図4(a)で示したように、検出器8で検出される波長 λ_1 の戻り光の光量が最大となるように、光ファイバ1に対してマスタ側ファイバ3を位置決めすれば良い。

【0029】なお、図6(b)に示すように、多数の光ファイバ1を配列して一体的に形成したファイバアレイ2Aを用いた場合には、一回の工程で多数の光ファイバ1に対して波長選択部材20を作製することができる。

【0030】以上説明した各実施例では、光導波路として光ファイバを例示したが、平面導波路であっても良

い。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように、本発明にかかる光スイッチは、第2の光導波路中に分岐結合手段を配設し、この分岐結合手段を介して第2の光導波路と測定手段とを光結合し、測定手段に備えた光源から第1の光導波路の結合端面に参照光を照射すると共に、この結合端面からの戻り光の光量を、測定手段に備えた検出手段によって検出することとした。従って、従来のように相対する光導波路の双方に位置決め用の測定機器を備える必要はなく、一方の第2の光導波路に備えた分岐結合手段及び測定手段によって、第2の光導波路の結合すべき位置を正確に検出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は本発明にかかる光スイッチの構成を概略的に示す構成図、図1(b)はマスタ側ファイバの相対的な結合位置のずれと戻り光の受光量との関係を示すグラフである。

【図2】光スイッチの他の実施例を示す構成図である。

【図3】光スイッチの他の実施例を示す構成図である。

【図4】図3で示した光スイッチにおけるマスタ側ファイバの相対的な結合位置のずれと、検出器で検出される戻り光の受光量との関係を示すグラフであり、図4

(a)はコアに蛍光物質をドーブした場合を示し、図4(b)はクラッドに蛍光物質をドーブした場合を示す。

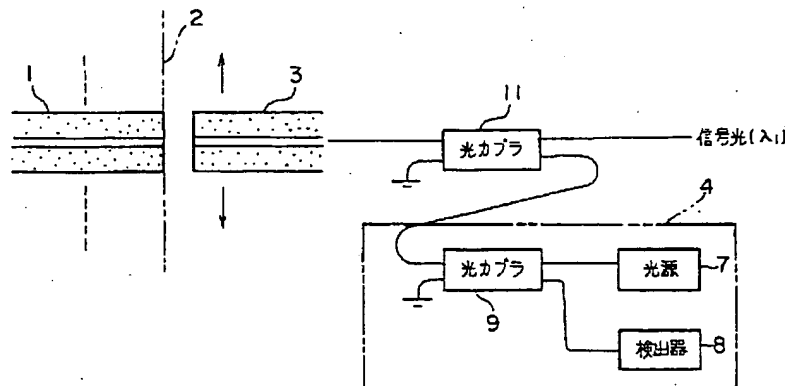
【図5】図5(a)は光スイッチの他の実施例を示す構成図、図5(b)は他の表面処理を施した光ファイバを示す光ファイバの断面図である。

【図6】図6(a)は光スイッチの他の実施例を示す構成図、図6(b)はコネクタユニットの他の実施例を示す断面図である。

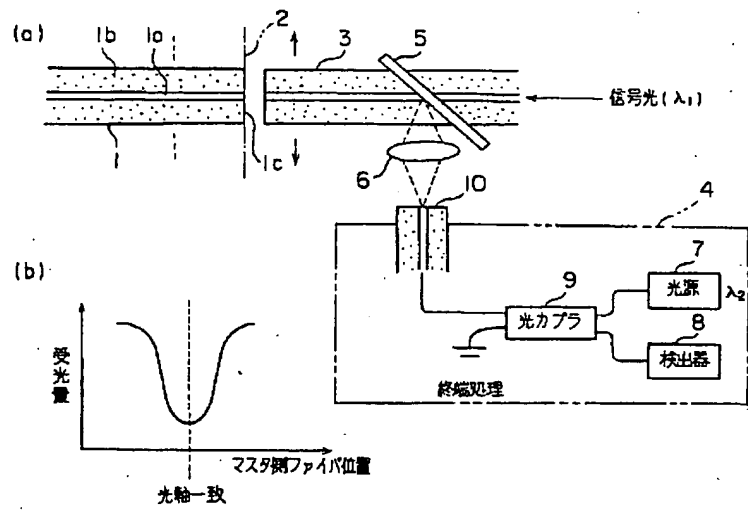
【符号の説明】

1…光ファイバ(第1の光導波路)、1c…結合端面、3…マスタ側ファイバ(第2の光導波路)、4…測定器(測定手段)、5…ビームスプリッタ(分岐結合手段)、7…光源、8…検出器(検出手段)。

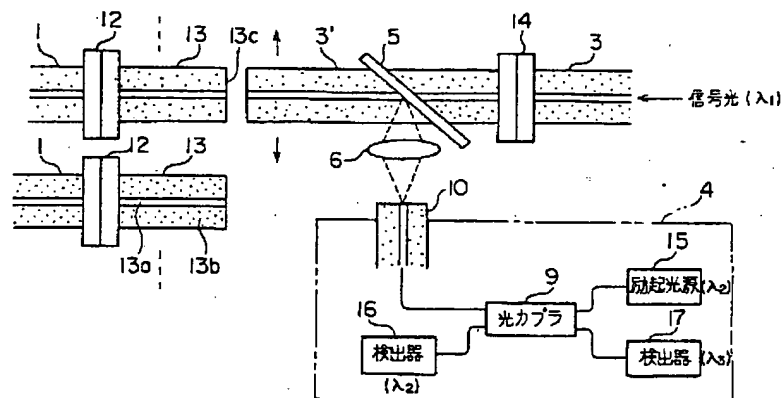
【図2】



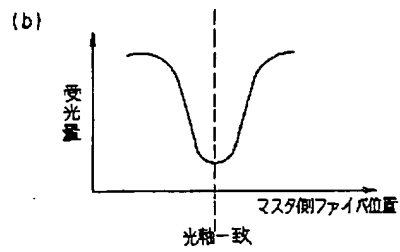
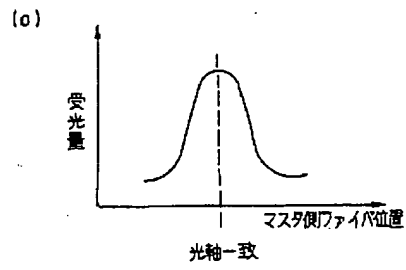
【図1】



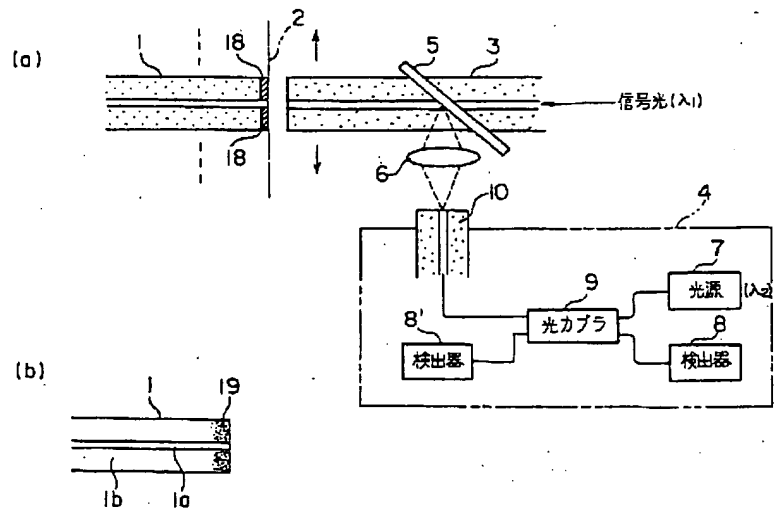
【図3】



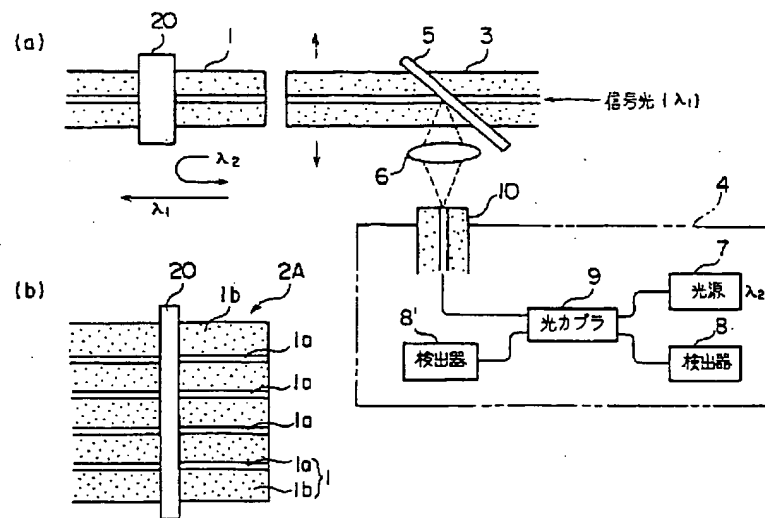
【図4】



【図5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 齊藤 和人
神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内
(72)発明者 渡邊 勤
神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 服部 保次
神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内
(72)発明者 古川 眞一
東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 6 号 日
本電信電話株式会社内

Date: January 20, 2005

Declaration

I, Michihiko Matsuba, President of Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd., of 16-3, 2-chome, Nogami-cho, Fukuyama, Japan, do solemnly and sincerely declare that I understand well both the Japanese and English languages and that the attached document in English is a full and faithful translation of the copy of Japanese Unexamined Patent No. Hei-5-313080 laid open on November 26, 1993.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'm. matsuba', written in a cursive style.

Michihiko Matsuba

Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd.

OPTICAL SWITCH

Japanese Unexamined Patent No. Hei-5-313080

Laid-open on: November 26, 1993

Application No. Hei-4-118975

Filed on: May 12, 1992

Inventor: Kazumasa OZAWA, et al.

Applicant: Sumitomo Electric Industries, Ltd.

NTT Corporation

Patent Attorney: Yoshiki HASEGAWA, et al.

SPECIFICATION

[TITLE OF THE INVENTION] OPTICAL SWITCH

[ABSTRACT]

[Object] To provide an optical switch comprising a measuring device for positioning in only one optical waveguide.

[Construction] An optical switch is constructed by disposing a beam splitter 5 that transmits signal light with a wavelength λ_1 and reflects reference light with a wavelength λ_2 in the line of a master side fiber 3 and optically coupling the master side fiber 3 and a measuring device 4 for positioning via this beam splitter 5. This measuring device 4 has a light source 7 for irradiating a coupled end face 1c of an optical fiber 1 with

reference light and a detector 8 for detecting the amount of light fed back from the coupled end face 1c, and a master side connector is positioned relative to the optical fiber 1 so that the fed-back light amount detected by the detector 8 is minimized.

[WHAT IS CLAIMED IS:]

[Claim 1] An optical switch which relatively displaces a second optical waveguide to be optically coupled to a first optical waveguide so as to match the optical axis thereof, comprising a branching coupling means which is disposed in the second optical waveguide, makes reference light for positioning to enter the inside of the second optical waveguide, and branches fed-back light of the reference light from the second optical waveguide, and

a measuring means which is optically coupled to the second optical waveguide via the branching coupling means and detects the core position of the opposite first optical waveguide, wherein

the measuring means comprises a light source for irradiating the coupled end face with the reference light and a detecting means for detecting the amount of light fed-back from the coupled end face, and

the second optical waveguide is positioned relative to the first

optical waveguide so that the amount of fed-back light becomes maximum or minimum.

[Claim 2] The optical switch according to Claim 1, wherein the branching coupling means is a beam splitter.

[Claim 3] The optical switch according to Claim 1, wherein the fed-back light is caused by a difference in reflectance due to a difference in the refractive index between the core and the clad at the coupled end face, and the second optical waveguide is positioned relative to the first optical waveguide so that the amount of fed-back light becomes minimum.

[Claim 4] The optical switch according to Claim 1, wherein the first optical waveguide is obtained by doping either one of the core and the clad with a fluorescent material, and the fed-back light is caused by the doped fluorescent material.

[Claim 5] The optical switch according to Claim 1, wherein at the coupled end face of the first optical waveguide, at least one of the core and the clad is subjected to surface treatment with a different refractive index.

[Claim 6] The optical switch according to Claim 1, wherein a wavelength selection means for transmitting the signal light and reflecting the reference light is disposed in the first optical waveguide.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Field of the Invention] The invention relates to an optical switch which displaces optical waveguides such as optical fibers and planar waveguides relative to each other to match their optical axis.

[Prior Art]

[0002] In such conventional optical switches, as a method for optical axis alignment in the case of optically coupling opposite optical fibers, the following method is known.

[0003] When a movable fiber fixed to a moving stage or the like is optically coupled to a fixed fiber, reference light is made to enter from the end of either one of the fixed fiber and the movable fiber, the optical power of the reference light is monitored on the other end, and the movable fiber is finely moved by the moving stage while the level of optical power is monitored.

[0004] Concretely, rough coupling position data in the x, y, and z-axis directions are inputted and instructed with a computer, and the moving stage is driven via a controller for positioning. In this case, when the optical power is small, the coupling state is confirmed as defective, and movement in the x and y directions is further inputted and instructed with the computer. Adjustment is made by repeating this operation several times

until the optical power reaches the maximum value.

[0005]

[Problem to be Solved by the Invention] Thus, in a conventional optical switch, it is required that a light source for irradiating reference light is connected to one of the optical fibers to be optically coupled and a detector for receiving the light power of transmitted reference light is connected to the other optical fiber, and measuring devices for positioning must be provided for both optical fibers to be optically coupled.

[0006] The present invention was made to eliminate the above-mentioned defects, and an object thereof is to provide an optical switch comprising a measuring device for positioning in only one optical waveguide.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The optical switch relating to the invention was made in view of the above-mentioned object, which displaces a second optical waveguide to be optically coupled relative to a first optical waveguide to match their optical axis, comprising a branching coupling means which is disposed in the second optical waveguide, makes reference light for positioning to enter the inside of the second optical waveguide, and branches fed-back light of the reference light from the second optical waveguide, and a measuring means which

is optically coupled to the second optical waveguide via the branching coupling means and detects the core position of the opposite first optical waveguide, wherein the measuring means comprises a light source for irradiating the coupled end face with the reference light and a detecting means for detecting the amount of light fed-back from the coupled end face, and the second optical waveguide is positioned relative to the first optical waveguide so that the amount of fed-back light becomes maximum or minimum.

[0008] The optical waveguide includes an optical fiber and a planar waveguide.

[0009]

[Action] Reference light emitted from the measuring means enters the inside of the second optical waveguide through a branching mixing means, and is then irradiated onto the coupled end face. Fed-back light from this coupled end face enters inside the second optical waveguide and is fed back by propagating therein. This fed-back light is branched from the second optical waveguide by the branching mixing means, and this light amount is detected by the detecting means.

[0010] The amount of fed-back light differs between the core and the clad of the coupled end face due to the refractive index difference and doping of a fluorescent material in one of the

core and the clad, and therefore, the first and second optical waveguides are positioned relative to each other so that the refractive index becomes maximum when the fed-back light becomes the maximum value and the light amount becomes minimum when the fed-back light becomes the minimum value while the optical axis match each other.

[0011]

[Embodiments of the Invention] Hereinafter, embodiments of the invention are described with reference to the accompanying drawings.

[0012] The construction of an optical switch is schematically shown in Fig. 1(a). The optical switch comprises a connector unit 2 in which a number of optical fibers 1 are aligned, a master side fiber 3 disposed opposite the connector unit 2, and a measuring device 4 for positioning connected to the master side fiber 3, and among the optical fibers 1 aligned in the connector unit 2, moves the master side fiber with respect to the optical fiber 1 on which positioning should be made and optically couples these with each other.

[0013] In the light path of the master side fiber 3, a beam splitter 5 is disposed, and this beam splitter 5 transmits signal light that propagates through the master side fiber 3 and reflects reference light for positioning to be described later.

[0014] In the measuring device 4, an optical fiber 10 forming the input/output part of this device is optically coupled to the master side fiber 3 via the beam splitter 5 and a condensing lens 6, and to the optical fiber 10, a light source 7 for irradiating the coupled end face 1c of the optical fiber 1 with reference light for positioning through the master side fiber 3 and a detector 8 for receiving fed-back light of the reference light from the coupled end face 1c and detecting the light amount are connected via an optical coupler 9.

[0015] The positioning mechanism of the optical switch thus constructed is described.

[0016] First, reference light is emitted from the light source 7, and this reference light propagates through the optical coupler 9, the optical fiber 10, and the condensing lens 6 and reaches the beam splitter 5. The reference light is reflected by the beam splitter 5 and made to enter the inside of the master side fiber 3. In this beam splitter 5, the signal light to propagate through the master side fiber 3 is not reflected but transmitted, so that this signal light and the reference light are mixed and made to exit from the master side fiber 3. The signal light and the reference light are irradiated onto the coupled end face 1c of the opposite optical fiber 1, and light fed-back from this coupled end face 1c enters the master side

fiber 3 again and reaches the beam splitter 5. Herein, only the reference light is branched from the master side fiber 3 and received by the detector 8 through the condensing lens 6, the optical fiber 10, and the optical coupler 9. The detector 8 detects the amount of this branched light.

[0017] Herein, when the fibers are optically coupled in a matching oil having the same refractive index as that of the core of optical fiber 1 and the master side fiber 3, the reflectances of the core and the clad are expressed as the following expression provided that the refractive index n_1 of the clad of each fiber equals 1.4500 and the refractive index n_2 of the core equals 1.4544.

[0018] Core: 0

Clad: $[(n_1 - n_2)/(n_1 + n_2)]^2 = 2.24 \times 10^{-6}$

Thus, the reflectance differs based on the difference in refractive index between the core and the clad.

[0019] Most of the reference light irradiated onto the coupled end face 1c is transmitted through the core 1a of the optical fiber 1 when the optical axis of the master side fiber 3 and the optical fiber 1 match each other, so that the light amount of the fed-back light due to reflection on the coupled end face 1c becomes minimum. As the deviation between the optical axis increases, the reflectance on the clad 1b increases, and the

light amount of the fed-back light detected by the detector 8 increases (see Fig. 1(b)). Therefore, the master side fiber 3 is positioned with respect to the optical fiber 1 so that the light amount to be detected by the detector 8 becomes minimum.

[0020] The construction in which the beam splitter 5 is provided in the master side fiber 3 is illustrated, however, it is also possible that, as shown in Fig. 2, the measuring device 4 is connected via the optical coupler 11 instead of the beam splitter 5.

[0021] Another embodiment of the optical switch is shown in Fig. 3. In this embodiment, a doped fiber 1 obtained by doping either the core 1a or the clad 1b with Nd as a fluorescent material is connected to the front end of the optical fiber 1 via a connector 12. To the front end of the master side fiber 3, a detection fiber 3' provided with a beam splitter 5 is connected via a connector 14. The same components as those of the optical switch of Fig. 1(a) are attached with the same reference numbers.

[0022] The measuring device 4 comprises a pumping light source 15 for emitting pumping light with a wavelength λ_2 , a detector 16 for monitoring the pumping light, and a detector 17 for receiving fluorescence (wavelength λ_3) emitted by the fluorescent material by receiving the pumping light. The wavelength λ_1 of the signal light to propagate through the master

side fiber 3 requires a difference as a wavelength λ_2 or λ_3 . [0023] The positioning mechanism of the optical switch thus constructed is described. The pumping light emitted from the pumping light source 15 is, as in the case of the above-mentioned embodiment, irradiated onto the coupled end face 13c from the detection fiber 3' via the optical coupler 9 and the beam splitter 5, etc. The reflected light and fluorescence from this coupled end face 13c enters the detection fiber 3' again, and reversely propagates in the entering light path and reaches the optical coupler 9, and is then branched by wavelengths at the optical coupler 9 and the respective light amounts are detected by the detectors 16 and 17.

[0024] The detection fiber 3' is positioned with respect to the doped fiber 13 so that the amount of fluorescence to be detected by the detector 17 becomes maximum when a doped fiber 13 with a core 13a doped with Nd is used, as shown in Fig. 4(a), and further the amount of fluorescence to be detected by the detector 17 becomes minimum when a doped fiber 13 with a clad 13b doped with Nd is used, as shown in Fig. 4(b).

[0025] The construction in which the detection fiber 3' is provided with a beam splitter 5 is illustrated, however, as shown in Fig. 2, it is also possible that the measuring device 4 is connected via the optical coupler 11 instead of the beam

splitter 5.

[0026] Still another embodiment of the optical switch is shown in Fig. 5(a). In this embodiment, in the clad 1b of the coupled end face 1c of the optical fiber 1, a thin film 18 with a reflectance higher than that of the core 1a is formed. The same components as those of the above-mentioned optical switches are attached with the same reference numbers. The detector 8' is used for monitoring and correcting the light source 7.

[0027] Thus, when a thin film 18 with a high reflectance is formed in the clad 1b, the master side fiber 3 is positioned with respect to the optical fiber 1 so that the light amount of the reflected light to be detected by the detector 8 becomes minimum. The thin film 18 may be formed in the core 1a, and in this case, the master side fiber is positioned so that the light amount of the reflected light becomes maximum. Furthermore, it is also possible that thin films are formed in both the core 1a and the clad 1b, however, in this case, surface treatment must be applied to the core 1a and the clad 1b so as to have reflectances different from each other. This surface treatment provides wavelength selectivity that allows only light with a predetermined wavelength to be reflected or provides properties such as fluorescence due to a fluorescent material in addition to providing a difference in reflectance. Instead

of forming the thin film 18 in the coupled end face 1c of the optical fiber 1, it is also possible that, as shown in Fig. 5(b), the end face of either one of the core 1a and the clad 1b (in Fig. 5(b), the clad 1b) is doped with a fluorescent material 19.

[0028] Still another embodiment of the optical switch is shown in Fig. 6. In this embodiment, a wavelength selecting member 20 such as a dichroic mirror having high transmittance for signal light with the wavelength λ_1 and high reflectance for reference light with the wavelength λ_2 irradiated from the light source 7 is disposed in the line of the optical fiber 1. The same components as those of the above-mentioned optical switches are attached with the same reference numbers. In this case, as shown in Fig. 4(a), the master side fiber 3 is also positioned with respect to the optical fiber 1 so that the light amount of the fed-back light with the wavelength λ_2 to be detected by the detector 8 becomes maximum.

[0029] As shown in Fig. 6(b), when a fiber array 2A in which a number of optical fibers 1 are aligned and formed integrally is used, the wavelength selecting member 20 can be manufactured by one process for many optical fibers 1.

[0030] In the embodiments described above, optical fibers are illustrated as optical waveguides, however, they may be planar

waveguides.

[0031]

[Effects of the Invention] As described above, in the optical switch relating to the invention, a branching coupling means is disposed in the second optical waveguide, and the second optical waveguide is optically coupled to the measuring means via this branching coupling means, and the coupled end face of the first optical waveguide is irradiated with reference light from a light source provided in the measuring means, and the amount of light fed-back from the coupled end face is detected by a detecting means provided in the measuring means. Therefore, it is not required that both optical waveguides opposite to each other are provided with measuring devices for positioning as in the prior arts, and it becomes possible to accurately detect the position for coupling the second optical waveguide by the branching coupled means provided in the second optical waveguide and the measuring means.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Figs. 1] Fig. 1 (a) is a construction view schematically showing the construction of the optical switch relating to the invention, and Fig. 1 (b) is a graph showing the relationship between the deviation of the relative coupled position of the master side fiber and the received light amount of the fed-back light.

[Fig. 2] is a construction view showing another embodiment of the optical switch.

[Fig. 3] is a construction view showing another embodiment of the optical switch.

[Figs. 4] are graphs showing the relationship between the deviation of the relative coupled position of the master side fiber and the received light amount of the fed-back light detected by the detector in the optical switch shown in Fig. 3, wherein Fig. 4(a) shows the case where the core is doped with a fluorescent material, and Fig. 4(b) shows the case where the clad is doped with a fluorescent material.

[Figs. 5] Fig. 5(a) is a construction view showing another embodiment of the optical switch, Fig. 5(b) is a sectional view of an optical fiber subjected to another surface treatment.

[Figs. 6] Fig. 6(a) is a construction view showing another embodiment of the optical switch, and Fig. 6(b) is a sectional view showing another embodiment of the connector unit.

[Description of Symbols]

1: optical fiber (first optical waveguide), 1c: coupled end face, 3: master side fiber (second optical waveguide), 4: measuring device (measuring means), 5: beam splitter (branching coupling means), 7: light source, 8: detector (detecting means)

[Fig. 2]

9, 11 Optical coupler

Signal light

7 Light source

8 Detector

[Figs. 1]

(a) Signal light

7 Light source

8 Detector

9 Optical coupler

Terminal treatment

(b) Received light amount

Optical axis matching

Master side fiber position

[Fig. 3]

Signal light

9 Optical coupler

15 Pumping light source

16, 17 Detector

[Figs. 4]

(a), (b)

Received light amount

Master side fiber position

Optical axis matching

[Figs. 5], [Figs. 6]

(a)

Signal light

7 Light source

8, 8' Detector

9 Optical coupler

Fig.2

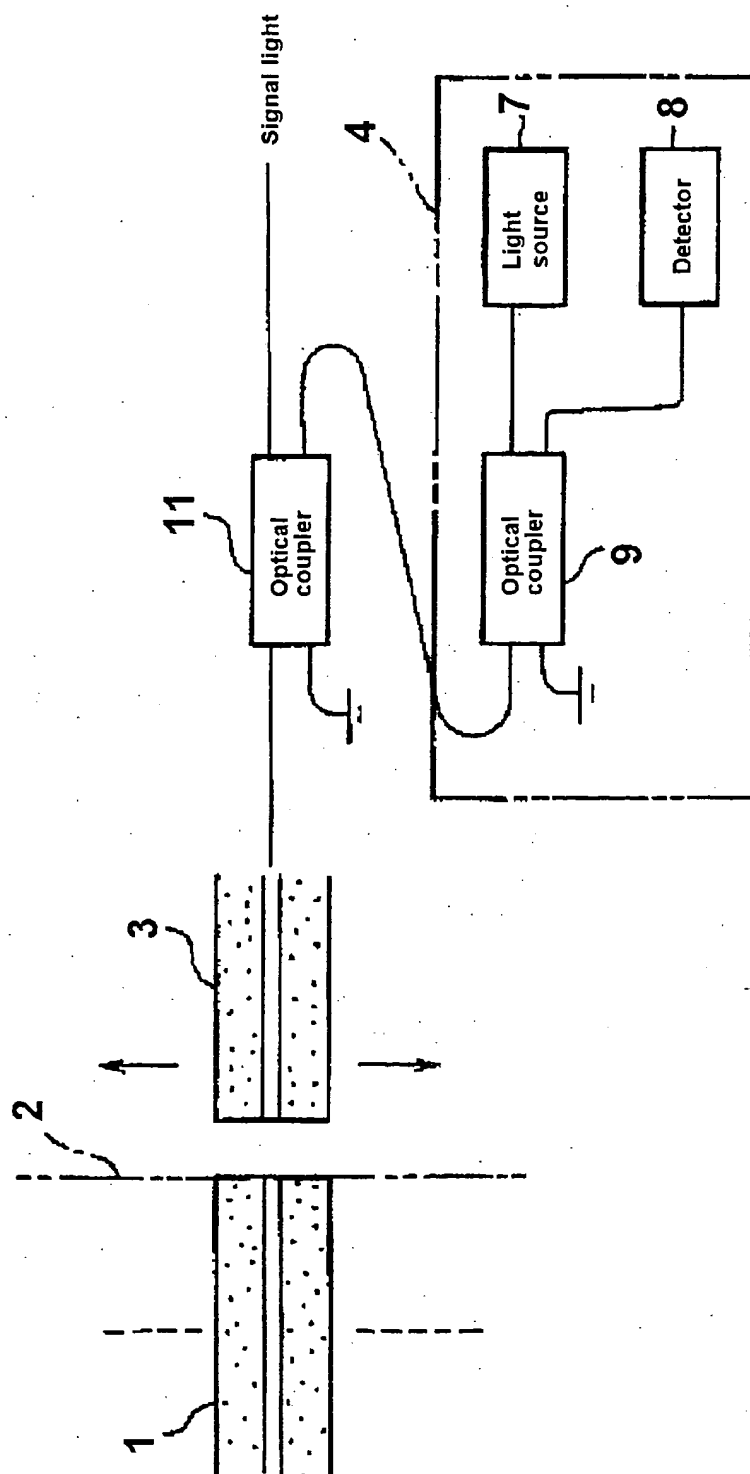


Fig.1

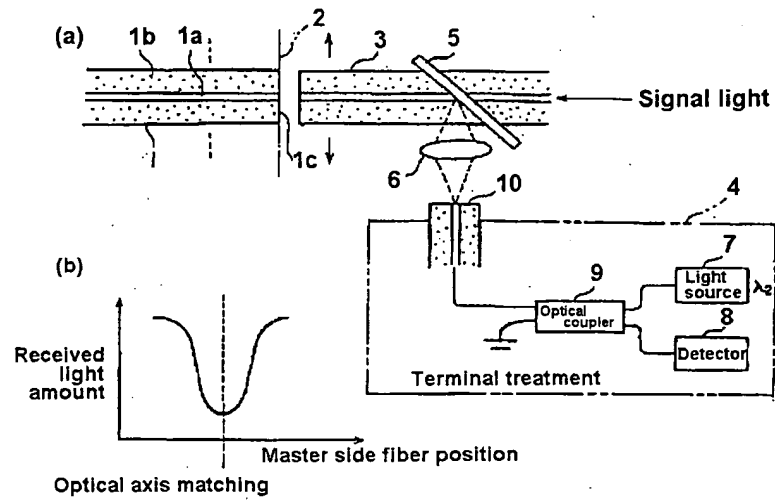


Fig.3

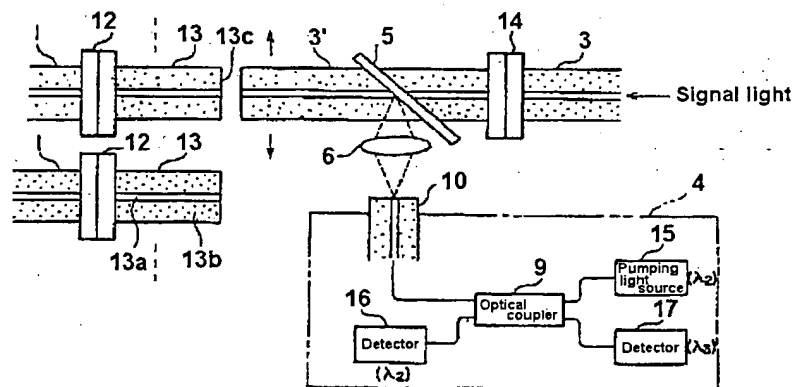


Fig.4

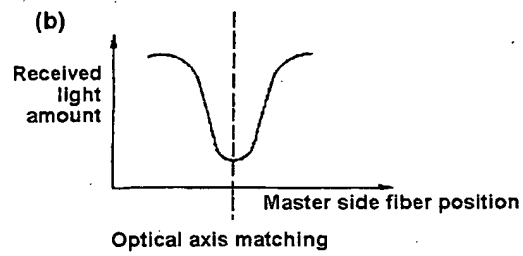
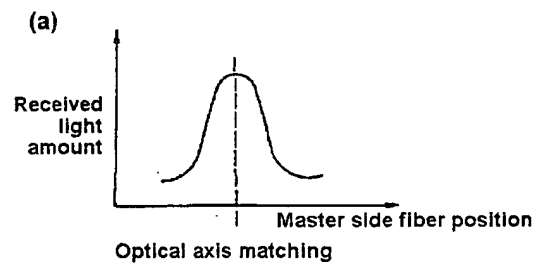


Fig.5

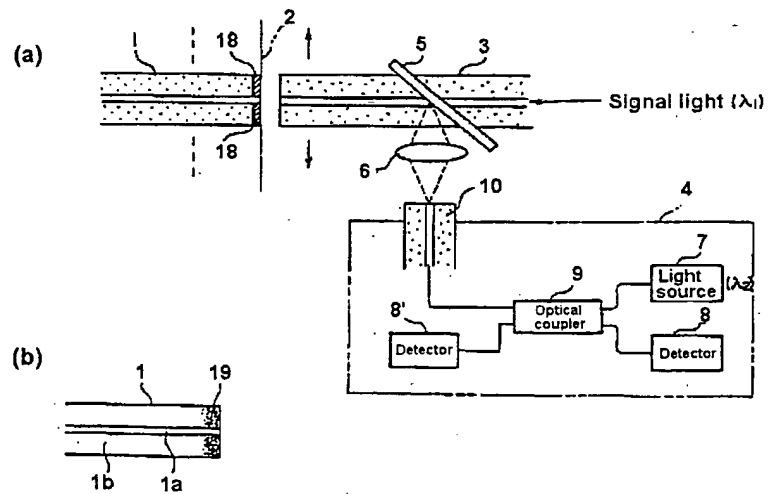
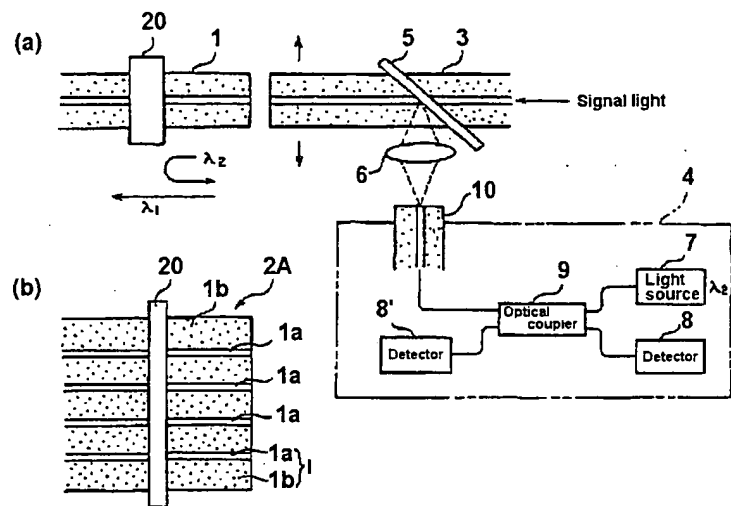


Fig.6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.